



中国 空气污染控制 综合管理

INTEGRATED AIR POLLUTION
MANAGEMENT IN CHINA

柴发合 李 培 Jostein Nygard 主编



中国环境出版社



中国 空气污染控制 综合管理

INTEGRATED AIR POLLUTION
MANAGEMENT IN CHINA

柴发合 李 培 Jostein Nygard 主编

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国空气污染控制综合管理/柴发合等主编. —北京: 中国环境出版社, 2013.3

ISBN 978-7-5111-1267-5

I. ①中… II. ①环… III. ①空气污染控制—综合治理—中国 IV. ①X510.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 006359 号

出 版 人 王新程
责任编辑 葛 莉 刘 杨
责任校对 尹 芳
封面设计 金 喆

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67113412 (教育图书事业部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中献拓方科技发展有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2013 年 3 月第 1 版
印 次 2013 年 3 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 6.75
字 数 130 千字
定 价 35.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换



序 言

中华人民共和国环境保护部 and 世界银行在过去 3 年（2009—2011 年）共同实施了“中国空气污染综合管理研究”项目。该项目旨在实现以下两项目标，一是研究并提出粗颗粒物（ PM_{10} ）国家达标规划，帮助未达标城市达到中国空气质量标准，帮助达标城市进一步改善其空气质量；二是研究并提出监测体系建议，提高中国监测细颗粒（ $\text{PM}_{2.5}$ ）的能力，细颗粒物严重威胁着人类健康。

研究表明，在过去 10 年，中国多数城市的空气质量得到了改善。目前中国已建立起覆盖全国范围的监测体系，其中包括 PM_{10} 监测。在中国 655 座城市中，大约 95% 的城市属于监测的范围。政府已颁布空气质量管理法规，中央和地方采取各项措施改善空气质量，相关投资规划相继得到实施，全国颗粒物平均浓度得到显著下降。随着环境信息系统的不断完善，公众对空气质量的认知有了提高。由于采取了这些措施，与 5 年、10 年或 15 年前相比，中国的城市环境质量明显提高，空气质量显著改善。

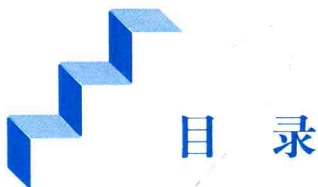
然而，要实现中国所有城市达到国家空气质量标准以及世界卫生组织建议标准的目标，还有很多工作要做。研究表明，美国和欧洲城市经历了许多年甚至几代人才达到今天较为清洁的空气质量水平。虽然中国的空气质量得到快速提高，但是，现阶段，现有的一些政策已不能满足空气质量达标的要求。只有在有效的监管框架下，科学规划和实施一系列空气污染防控措施才能确保空气质量的不断提高。本项目通过针对《管理办法》和《技术指南》提出完善建议，支持了监管框架的体系建设。

本报告介绍了中国在控制颗粒物浓度方面取得的进展和面临的挑战，并提出了包括细颗粒污染治理在内的控制方案。中国空气质量管理方面的重要最新进展是，



2012年2月29日环境保护部发布了新的环境空气质量标准 (GB 3095—2012)。确立了新的 $\text{PM}_{2.5}$ 标准 (二级标准年平均为 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)， PM_{10} 标准从原来的 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 提高到 $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，废除了原来的三级分类。这些重大的进展与本合作研究报告中提出的相关建议相一致。本报告讨论了影响新标准达标的方案，关于新标准有关的建议也在报告中得到了反映。新增加的附件六简要介绍了新标准 (GB 3095—2012) 和达标方案。

我们希望通过该研究共同为改善中国空气质量贡献一份力量。



目 录

概 述 / 1

第一章 中国颗粒污染物控制相关政策、机制和监管框架 / 10

第一节 中国颗粒污染物控制政策发展历程 / 10

第二节 空气质量管理机制框架 / 12

第三节 《管理办法》和《技术指南》(草案) / 13

第四节 空气环境质量和监测 / 14

第二章 中国城市颗粒物污染源 / 17

第一节 环境中颗粒物来源解析方法 / 17

第二节 中国城市颗粒物来源的特征和贡献 / 18

第三章 中国城市 PM_{10} 污染的近期趋势、现状和来源 / 23

第一节 2000 年以来中国空气质量改善进程及与国际的比较 / 23

第二节 中国城市 PM_{10} 污染现状 / 27

第三节 未达标城市的地理分布和污染物来源 / 29

第四节 PM_{10} 浓度超标情况 / 31

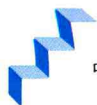
第五节 城市细粒子 ($\text{PM}_{2.5}$) 污染现状 / 35

第四章 可吸入颗粒物 (PM_{10}) 控制计划建议草案 / 37

第一节 目标、范围和时间安排 / 37

第二节 空气质量管理分析 / 38

第三节 可行的颗粒物监控选择方案 / 41



第四节 政策和法规体系 / 46

第五章 “十二五”期间建立 $PM_{2.5}$ 网络建议计划 / 51

第一节 开展 $PM_{2.5}$ 监测的必要性 / 51

第二节 现有 $PM_{2.5}$ 浓度及其影响 / 52

第三节 中国 $PM_{2.5}$ 标准制定建议 / 53

第四节 目前可利用的 $PM_{2.5}$ 监测方法 / 54

第五节 “十二五”期间建立 $PM_{2.5}$ 网络建议计划 / 54

第六章 研究结论与政策建议 / 62

第一节 研究结论 / 62

第二节 政策建议 / 63

参考文献 / 65

附件 / 67

附件一 113 个环保重点城市 PM_{10} 、 SO_2 和 NO_2 的年均浓度和等级 / 67

附件二 《城市空气质量管理暂行办法》(建议稿)简要介绍 / 77

附件三 城市环境空气质量达标方案编制技术指南(草稿摘要) / 79

附件四 颗粒物污染调查总结 / 82

附件五 除尘设施的投资成本分析 / 87

附件六 环境空气质量标准 / 89

致谢 / 98



大气颗粒物尤其是可吸入颗粒物的污染会引发呼吸道和心血管疾病，是中国面临的重要公众健康威胁。大气颗粒物由数种物质组成，包括硝酸盐和硫酸盐、有机物、金属、土壤或尘土颗粒。颗粒物的大小与其导致健康问题的风险直接相关。直径小于或等于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物 (PM_{10}) 是人们的关注重点，因为这些颗粒物通常能够通过鼻腔和喉咙进入人体呼吸道。可吸入颗粒物 (PM_{10}) 通常分为两类^①：

- (1) 可吸入粗粒——直径在 $2.5\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 的可吸入颗粒物 ($\text{PM}_{2.5-10}$)，譬如道路、建筑、风沙等各类扬尘以及各种工业源排放的颗粒物；
- (2) 细粒子——直径小于或等于 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物 ($\text{PM}_{2.5}$)，譬如烟和霾含有的颗粒物。此类颗粒物主要来源于发电厂、工厂和汽车排放的废气，或由污染源排放的二氧化硫和氮氧化物等其他污染物在空气中反应形成。

世界卫生组织 (WHO) 认为“各种健康威胁随着人体暴露于大气颗粒污染物而不断增加，目前没有证据表明某个浓度值下的大气颗粒物不会对健康产生负面影响”^②。根据世界卫生组织的准则，可吸入颗粒物 (PM_{10}) 的年均浓度指导值是 $20\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中包括粗粒和细粒，细粒子 ($\text{PM}_{2.5}$) 年均浓度指导值是 $10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2009 年，在开展空气质量监测的 612 个中国城市中，仅有为数不多的城市可吸入颗粒物 (PM_{10}) 年均浓度达到国家一级标准 (小于 $40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$)，63 个城市的浓度超过二级标准范围 ($40\sim 100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$)^③。超标城市中有 51 个地级以上城市，其中 30 个城市是国务院确定的大气污染防治重点城市 (以下简称“重点城市”)。

一、研究背景

过去 10 年，中国在降低城市空气污染物浓度方面取得了巨大进步，其中包括可吸入颗粒物 (PM_{10}) 浓度。2001—2009 年，空气质量达到国家二级及以上标准的中国城

① 信息来源：美国环境保护局网站关于颗粒物的网页，<http://www.epa.gov/air/particlepollution/index.html>。

② 世界卫生组织，2006 年。世界卫生组织《关于颗粒物、臭氧、二氧化氮和二氧化硫的空气质量准则》(2005 年全球更新版) 风险评估概要。

③ 欧盟可吸入颗粒年均浓度标准是 $40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；美国自 2006 年起实行可吸入颗粒物浓度 24 h 监测标准。

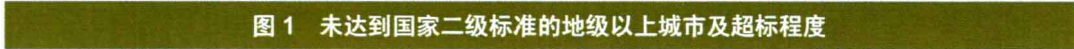
市比例从 36% 上升至 84%。2003—2009 年, 113 个重点城市的 PM_{10} 年均浓度从 $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 降低到 $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。在工业发达但空气污染尤为严重的中国北方地区, 重点城市的 PM_{10} 年均浓度从 $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 降低至 $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。然而大气颗粒物污染仍然给中国提出了严峻挑战。上述 PM_{10} 年均浓度仍然大大高出上文提及的世界卫生组织准则或中国国家一级标准限值。在部分达到国家二级标准的城市出现了污染浓度回升的迹象。一些城市大气污染控制措施会导致区域污染加剧。而由于空气流动的原因, 区域污染会导致城市颗粒物浓度居高不下, 包括细粒子浓度。区域颗粒物来源于非城市地区, 譬如发电厂、工厂、农业活动、酸性景观地或由二次转化生成。

近期研究表明中国城市细粒子 ($\text{PM}_{2.5}$) 污染严重。在北京及其周边省份等部分北方城市, $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度达到 $80 \sim 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 超过美国标准年均限值 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 5~6 倍。中国南方地区 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度达到 $40 \sim 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 超过美国标准年均限值 2~4 倍。这种情况极其令人担忧, 因为细粒子 ($\text{PM}_{2.5}$) 是对人体危害最严重的污染物之一。细粒子可进入人体上、下呼吸道, 并滞留于肺部, 甚至通过肺泡进入血液。此外, 包括炭黑在内的细粒子容易累积重金属、酸盐和有机污染物。不仅如此, 细粒子还携带细菌、病毒和真菌。由于在辐射效应中发挥着重要作用, 炭黑对气候变化起到重要影响。虽然中国在“十一五”期间对 20 个城市开展了大量关于细粒子 ($\text{PM}_{2.5}$) 的调研活动, 并建立了 14 个背景监测站和 31 个农村监测站, 用于衡量 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度, 中国至今尚未建立 $\text{PM}_{2.5}$ 监测体系或标准, 亦没有制定 $\text{PM}_{2.5}$ 削减准则或政策。

中国 51 个地级以上城市的 PM_{10} 浓度超过国家二级标准限值的程度不尽相同^① (图 1), 根据超标程度可将它们划分为三类^②。第一类城市包括 14 个重点城市在内 23 个地级以上城市, 其年均 PM_{10} 浓度比国家二级标准限值 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 高出至多 $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 其中 6 个城市仅高出 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 3 个城市高出 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。此类城市中有 13 个重点城市的 PM_{10} 年均浓度在 2003—2009 年有显著下降, 降幅达到 $20 \sim 140 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 它们分别是包头、重庆、邯郸、哈尔滨、攀枝花、石家庄、太原、天津、徐州、延安、武汉、岳阳和株洲。潍坊在 2003—2007 年曾达到过国家二级标准, 但在 2008—2009 年却又超标了, 这说明可吸入颗粒物 (PM_{10}) 的控制存在起伏。第二类城市包括 8 个重点城市在内的 10 个地级以上城市。在这些城市中, 沈阳、渭南和西安的 PM_{10} 年均浓度在 2003—2009 年明显降低, 然而合肥和济宁的 PM_{10} 年均浓度则升高了。第三类城市包括 7 座重点城市在内的 18 座地级以上城市, 其中包括北京。和田市的问题尤为严重, 该市 2009 年 PM_{10} 年

① 鉴于超标县级市的数据较为缺乏, 本项目将研究重点集中于地级以上城市。

② PM_{10} 的年均浓度值超过国家二级标准限值 10% 以下的城市列为第一类城市; 超过 10%~19% 的为第二类城市; 超过 20% 以上的为第三类城市。



总体而言,中国北部和西部城市的颗粒污染物通常来源于燃煤供暖,建筑水泥尘和道路扬尘是大多数超标城市面临的共同问题,工业排放是所有超标城市颗粒污染物的重要来源。区域污染颗粒物主要是废气中含有的二氧化硫、氮氧化物和氨气相互反应形成的细粒子($\text{PM}_{2.5}$),而城市颗粒物浓度在很大程度上受区域颗粒物污染的影响。



二、研究目标

本项目旨在根据中国的中长期经济社会发展和环境保护目标向政府提供决策支持的建议意见。具体而言，项目将通过下述方式为环保部提供支持：

(1) 提出国家可吸入颗粒物控制方案，帮助超标城市于 2015 年或在特定情况下最迟于 2020 年达到二级标准，并帮助已达标城市进一步降低颗粒污染物浓度。该方案包括：① 政策、法规和相关具体干预/措施；② 地理范围；③ 干预措施先后顺序；④ 成本效益高的可行环境投资。

(2) 提出细粒子 ($PM_{2.5}$) 监测体系建设和监测数据使用的建议。

三、研究成果

(一) PM_{10} 控制计划建议要素

1. 政策和法规框架

按照中国“十二五”(2011—2015 年)环境保护规划目标，80%的地级以上城市将在 2015 年达到国家二级标准，强调要进一步深化大气颗粒物污染防治工作，规定建立完善的区域大气污染防控机制并着手控制区域污染。《国务院关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》^①（以下简称国务院《通知》）要求京津塘地区、长江三角洲、珠江三角洲、辽东半岛、山东半岛、大武汉、长株潭城市群、成渝地区以及台海地区共 9 个重点区域空气质量达到国家二级及以上标准。已达到二级标准的城市应制订计划进一步改善空气质量，以便保持在二级水平或达到更高标准，防止空气质量恶化。环保部近期起草的《城市环境空气质量管理办法》(草案)(以下简称《管理办法》)(详见附件二)规定到 2015 年，90%的县级市和 80%的重点城市的空气环境质量要达到国家二级标准(表 1)；到 2020 年，所有城市都要达到二级标准。

^① 2010 年 5 月，国办发[2010]33 号。

表 1 2009 年空气质量达到国家二级及以上标准的城市以及 2015 年和 2020 年目标

		PM ₁₀ 国家二级标准达标情况 (2009 年)	国家二级标准总体达标情况 (2009 年)	“十二五”期间 二级标准总体 达标目标	《管理办法》达标 目标	
开展监测的城市	612	549 (89.7%)	504 (82.4%) *		9 个重点地区达到二级及以上标准；已达标城市继续改善空气质量，以便继续维持在二级水平或达到更高标准	
地级以上城市	320	269 (84.0%)	255 (79.6%) **	2015 年达到 80%		
县级城市	292	280 (95.9%)	250 (85.6%)			2015 年达到 263 个 (90%) 2020 年达到 292 个 (100%)
重点城市	113	83 (73.5%)	76 (67.3%) ***			2015 年达到 90 个 (80%) 2020 年达到 113 个 (100%)

注：空气质量二级标准包括多项标准，其中主要三项为可吸入颗粒物（PM₁₀）、二氧化硫和二氧化氮的浓度标准。

* 含 4.2% 达到一级标准。 ** 含 3.7% 达到一级标准。 *** 含 0.9% 达到一级标准。

2. 机构协调

《技术指南》要求各城市成立空气污染控制指导小组以协调行业政策，建议指导小组由副市长或市长领导，成员单位包括空气污染排放和监管的相关地方主管部门譬如环保、工业、电力、建筑、交通和公共卫生等，指导小组可协调包括细粒子（PM_{2.5}）监测、地区供暖、公共交通、电力行业的热电联产、二氧化硫防治、提高能效和清洁燃煤、建筑能效、道路扬尘和建筑工地管理、提高公众对于空气污染相关疾病预防措施的认识等领域的工作。

3. 区别规划达标时间

本研究认为，各类城市的空气环境质量达标要区别对待、分类管理。通过采取技术和经济可行性最大的削减措施，第一类城市 2015 年达到国家二级标准的概率很大。部分第二类城市 2015 年达标的难度较大，可能需要更长时间以至于到 2020 年才能达标，且在制订经济有效的空气质量管理方案时亦需要技术支持。鉴于当前污染的严重性和以往的失败教训，第三类城市不太可能在 2015 年达到国家二级标准，且需要大量的技术支持才有望在 2020 年实现既定目标。



4. 指导原则：全面空气质量管理

在城市空气环境质量控制计划中，必须根据各城市实际污染特征、经济和能力水平以及人口情况制定空气污染削减措施。本项目建议运用空气质量管理方法针对各城市确定最经济有效的削减措施（图 2）。

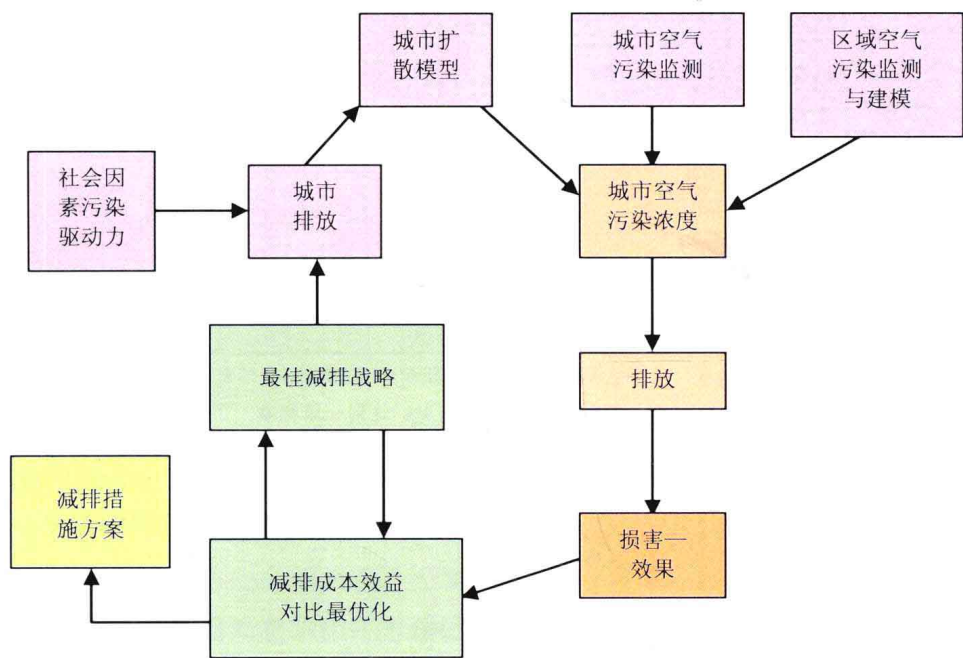


图 2 空气质量管理方法流程

空气质量管理方法首先要清查和分析排放源；其次利用清查数据和气候数据开发并校准分析模型，以便估算技术上可行的各种削减措施对污染物浓度的影响；继而通过叠加污染物浓度影响图和人口密度图确定与各削减措施相关的人口加权大气污染暴露水平；利用所得数据估算公众健康改善水平和因采取不同削减措施获得的其他环境惠益；然后对相关惠益进行货币量化，并与对应成本进行比较；最终选择实施净收益最高的措施。

(1) 空气质量整体管理

虽然本报告着重关注颗粒物污染控制，但空气质量管理应实施针对多种污染物和多重效果同步的管理方式。美国、欧洲和其他地区的经验表明，只针对单一污染物的治理耗费精力而且效率不高。

(2) 强调健康效益和协同效益

一次颗粒物污染和二次颗粒物污染控制可产生多重协同效益，尤其值得注意的是颗粒物控制措施可同时减少氮氧化物、二氧化硫、有机气溶胶以及炭黑，这些物质除影响健康外，还导致包括酸雨、臭氧污染、航道富营养化、霾天和能见度降低以及气候变化等各种问题。除了环境协同效益之外，也可以主要通过采取较高效的生产工序或能源使用方式降低生产成本，从而创造经济协同效益。作为空气质量管理法的一部分，效益评估应包含所有这些效益。本研究推荐在《管理办法》和《技术指南》中同时加入协同效益的概念。

（3）可行的颗粒物控制选择清单

建议方案包含可行的污染减排措施清单。这些措施涵盖了需求方管理和结构措施、清洁技术及燃料、末端治理以及减少自然区域、建筑工地和道路扬尘措施等内容（表2）。

表2 颗粒物控制方法总结

需求方管理和结构措施	清洁技术和燃料	末端治理	其他方法
淘汰效率较低的工厂、工业锅炉以及小规模煤炭燃烧	增加能源和热力生产的天然气使用	增加烟气脱硫、选择性催化还原以及静电除尘技术在工业企业和发电厂的应用	减少自然界扬尘的措施，例如提高植被覆盖
将重工业和发电厂从城市中心迁出*	增加低硫及低颗粒物燃煤的使用，尽可能使用清洁煤及型煤	机动车末端治理	建筑工地扬尘控制管理
扩大分区集中供热面积	提高工业能源及工艺效率	—	减少道路扬尘
增加公共交通	提高机动车发动机技术	—	—
—	提高建筑能源效率	—	—
—	改进生物质燃烧炉	—	—

* 这一措施将使区域颗粒物污染重新分布，使一些地方的污染恶化。

（4）环保优先城市的选择

上述降低污染的措施已被证实在中国十分有效，因此应立即进行研究，确定第三类18个城市可在短期内实施的措施。

（5）政策选择

促进 PM_{10} 达标的政策选择包括：①加强国务院《通知》规定的重点区域颗粒物污染防治；②促进城市颗粒物浓度达到二级标准后继续努力争取达到一级标准，最终达到世界卫生组织导则的指导值；③减少能源价格补贴；④提高对污染源的排污收费，激励其减排；⑤根据“十二五”规划启动氮氧化物总量管理以控制二次颗粒物的生成。

（6）区域颗粒物污染治理



需采取区域性措施以控制占城市近一半的颗粒物污染浓度。在有些地区,尤其是在干燥地区,对粗颗粒和细颗粒物要分别采取措施以利于确定污染源及其减控措施。

(二) PM_{2.5} 监测建议框架

PM_{2.5} 监测目标应为评估细颗粒、细颗粒对健康的影响,以及为 PM_{2.5} 的中长期控制、消除计划提供信息。

监测框架推荐采纳世界卫生组织制定的年均浓度过渡目标(IT),即 IT-1 为 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; IT-2 为 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; IT-3 为 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。鉴于目前中国的 PM_{2.5} 浓度较高,建议以 IT-1 为努力目标。

监测网络和达标计划通过三个阶段建立(表 3)。分阶段逐步建立必要的行政机构,发展技术能力。

表 3 中国相关城市安装 PM_{2.5} 监测设备三阶段建议方案

第一阶段:截至 2012 年年底,在约 60 个城市,包括所有省会城市、5~6 个京津冀地区城市、10~11 个长江三角洲城市、8 个珠江三角洲城市以及一些发达城市建立 100 余个监测站	第二阶段:截至 2013 年年底,在约 130 个城市建立 260 个监测站,包括第一阶段 60 个城市以及未包括在第一阶段的 113 个环保重点城市	第三阶段:截至 2015 年年底,在约 320 个县级及以上城市建立 650 个以上监测站
--	---	---

另外重点建议:

(1) PM_{2.5} 监测仪选点。新增 PM_{2.5} 监测仪应尽可能纳入现有监测网络,保证数据兼容性。监测方案应包括建立大量农村监测站,评估 PM_{2.5} 污染的重要区域成分。监测站选址应保持连续性,覆盖网络内的所有城市。每一城市的两台监测仪要分别安装在高浓度地区和平均浓度区域。

(2) 监测系统类型。建议采用多技术、多功能的监测系统,例如化学形态分析法(CS),以实现 PM_{2.5} 监测目标。其中包括与标准进行比对、公开报告、制定减控战略、评估进展和趋势、暴露接触和健康影响、能见度等。使用类似 TEOM 1405-DF 的顶级监测仪以克服 PM_{2.5} 的监测难度。

(3) 强烈推荐监测方案和数据质量保障程序制定者借鉴美国和欧洲的经验,实施类似的计划。

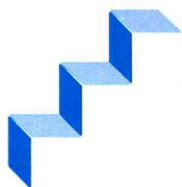
(4) 黑炭(BC)监测与控制。鉴于煤和生物质的燃烧、砖窑及炼焦过程产生的黑炭对 PM_{2.5}、健康及气候变化产生影响,应考虑监测与控制黑炭。

（三）对《管理办法》和《技术指南》的修改建议

本研究项目中的可吸入颗粒物控制计划的制订工作为环保部组织开展的《管理办法》和《城市环境空气质量达标方案编制技术指南（草案）》（以下简称《技术指南》）（详见附件三）两份法规性文件的起草工作提供了技术支持。这两份文件旨在指导市政府制定城市空气质量管理方案以实现上述目标，并帮助已达标城市继续降低颗粒污染物浓度。本项目还针对这两份重要的指导性文件提出了修改完善的建议意见，一是建议《管理办法》注重合理排序规划空气质量管理（AQM）的总体流程，监管空气污染模型的测试和评估，并明确空气质量管理与总量控制之间的关系等。二是建议对《技术指南》进行如下完善：建议使用成本效益分析法评估削减颗粒污染物的备选方案；提供监测网络设计建议；制定总体废气排放清单；强调测试和评估空气污染模型的必要性；明确空气质量管理流程的步骤等。

四、本报告内容

本研究报告内容包括六章。第一章梳理研究了中国颗粒污染物控制政策和机制框架，包括相关政策措施发展进程。第二章深度分析了中国不同地区的颗粒污染物来源。第三章介绍了 2000 年以来的空气污染演变趋势和现状，其中着重介绍了颗粒物污染趋势和现状。第四章提出了可吸入颗粒物 PM_{10} 控制计划建议，包括优先控制城市、可吸入颗粒物削减优先技术措施、空气质量管理方法、法律和政策框架以及机制问题。第五章提出了“十二五”期间建立细粒子 $PM_{2.5}$ 监测网络的相关建议。第六章对研究结果进行总结并提出政策建议。



第一章 中国颗粒污染物控制

相关政策、机制和监管框架

第一节 中国颗粒污染物控制政策发展历程

颗粒污染物一直是中国政府大气污染防治的重点之一，防治力度不断加大。中国大气污染防治政策的发展历程如表 1-1 所示。该发展历程在近 30 年可以分为 3 个阶段。第一阶段以 1973 年国务院第一次全国环境保护会议为标志，随后中国开始了以工业点源为主的空气污染控制工作（注：表 1-1 中未列出此阶段）。这一时期，中国空气污染控制工作以改造锅炉、消除烟尘和控制点源污染为主。

第二阶段从 20 世纪 80 年代开始。1987 年，《中华人民共和国大气污染防治法》（以下简称《大气法》）颁布。《大气法》以防治工业烟尘污染为主，特别是燃煤污染排放的防治。防治重点从点源治理阶段进入综合防治阶段。该阶段的主要工作包括：将控制战略与国民经济调整结合，改变城市结构和布局，编制污染防治规划，推动企业技术改造和资源综合利用，防治工业污染，节约能源并改变城市能源结构，综合防治煤烟型污染，以及开展产业调整，对污染严重的企业实行关、停、并、迁。这些措施为控制大气环境的急剧恶化发挥了重要作用。

第三个阶段从 20 世纪 90 年代开始。中国大气污染防治工作从污染物浓度控制向总量控制转变，从城市环境污染综合整治向区域污染控制转变，控制战略进入了一个新的历史阶段。在制定法律法规、建立监督管理体系、加强空气污染控制措施以及开发和推广控制技术方面开展了大量工作，推动了大气污染预防和大气颗粒污染物控制工作。同时，国务院批准了以控制二氧化硫和酸雨为主的“两控区”划分方案，并提出了相应的配套政策。该举措在促进中国酸雨和二氧化硫综合防治工作的同时，也为颗粒物污染防治进程发挥了重要作用。